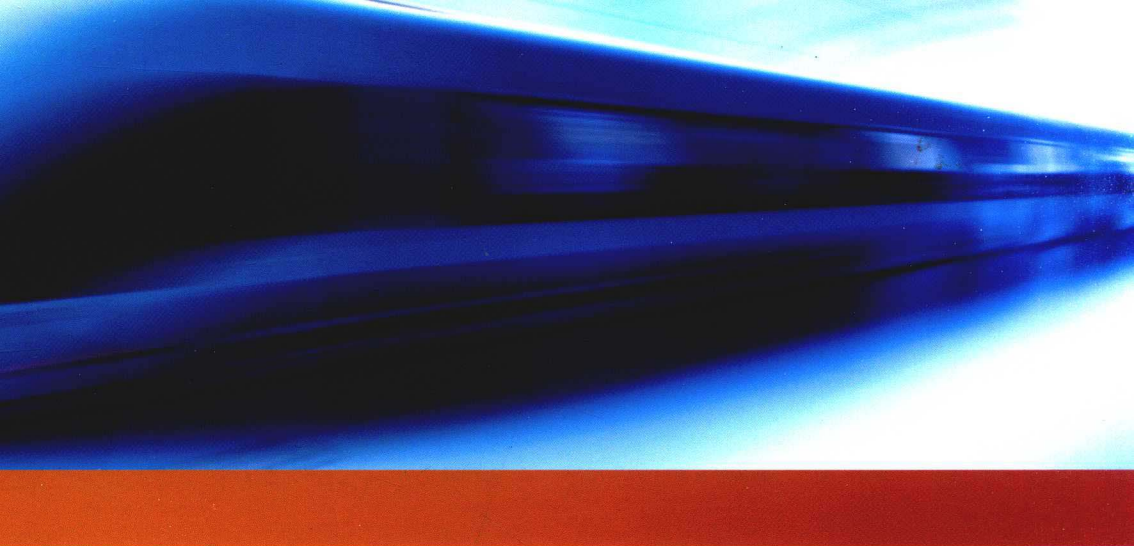




高铁工程环境影响 评价与估价方法研究

张小平 段晓晨 编著
张新宁 王兆雨

Research on the Methods of Environment Impact Assessment
and Estimation about the High-speed Railway

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

教育部人文社会科学研究规划基金项目(11YJAZH121)资助

高铁工程环境影响评价与 估价方法研究

张小平 段晓晨 编著
张新宁 王兆雨

中国铁道出版社

2015年·北京

内 容 简 介

本书以实践经验、案例分析为基础,以国内外研究为借鉴、科学研究为依托,对高速铁路环境影响评价和估价理论方法应用体系进行深入阐述和探讨。本书共分八章,主要阐述高速铁路区域生态原貌及退化评价方法、环境累积和拉动效应评价方法、生态保护规划和检测方法、环境成本内容和计算方法、运营环境成本内容及计算方法,以及全生命环境成本混沌估价方法等内容。

本书可供各高等院校环境工程、工程管理、投资经济、建筑工程、交通工程等相关专业教学使用,对环保投资管理部门、建设单位、咨询公司等相关人员亦具有较大的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

高铁工程环境影响评价与估价方法研究/张小平等
编著. —北京:中国铁道出版社,2015. 7
ISBN 978-7-113-20124-1

I. ①高… II. ①张… III. ①高速铁路—环境影响评价法
IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 054136 号

书 名:高铁工程环境影响评价与估价方法研究
作 者:张小平 段晓晨 张新宁 王兆雨 编著

策 划:傅希刚
责任编辑:邱金帅
封面设计:王镜夷
责任校对:马 丽
责任印制:陆 宁

编辑部电话:(010)51873347 电子信箱:shuai827@126.com

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:三河市宏盛印务有限公司

版 次:2015年7月第1版 2015年7月第1次印刷

开 本:720 mm×1 000 mm 1/16 印张:13.5 字数:240 千

书 号:ISBN 978-7-113-20124-1

定 价:56.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873170(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

高速铁路以其运行速度高、运输能力大、安全性能好、舒适程度高、能源消耗低的优势,被誉为绿色工程,越来越受到各国政府青睐。近年来,我国在高速铁路建设领域的发展可谓突飞猛进,高速铁路建设实力足以代表世界一流水平,高速铁路出口已经成为我国对外经济贸易中的重要板块。但是高速铁路建设是一把双刃剑,高速铁路对生态环境的严重破坏却不容忽视,因高速引发的超强噪声、振动等污染对人和动植物健康的严重侵害,特殊加强的数百数千公里狭长封闭的路域空间,对生态环境的深度切割和阻断形成的“廊道和岛屿效应”,引发更强的生态环境影响和破坏,尤其是大量的水泥、钢材、砂石料、火电等需求拉动的“双高”重污染行业的间接环境污染等;据统计,京沪高速铁路建设每天消耗的建设材料,仅钢材、水泥两项,拉动钢材厂每天排放 2000 t 二氧化碳,水泥厂每天排放 14 000 t 二氧化碳,京沪高速铁路建设工期 3 年半,其拉动的碳排放严重程度可想而知,因此对高速铁路生态环境影响评价和保护研究刻不容缓。

本书试图从以下三个方面,阐释高速铁路工程环境评价与估价的科学原理和方法。一、科学准确的高速铁路路域区域生态原貌及退化评价指标和方法是高速铁路环境评价和估价工作的基础,本书在“3S”集成技术调查和实地样地深入调查基础上,应用复合生态系统原理、生态学、环境科学、系统科学等理论和方法对原始数据进行分类整理分析,探讨运用主成分、聚类分析、加权复合评价法等非线性统计分析方法,建立高速铁路区域生态原貌和退化综合多目标、多属性、多层次复杂系统指标和评价方法体系,为高速铁路准确环境评价和估价建立了良好的基础。二、科学的高速铁路区域累积拉动和建设环境评价方法是高速铁路环境评价和估价工作是否成功的关键,本书在对拟建高速铁路与类似工程影响区域生态环境和建设规模比较分析基础上,探讨运用“3S”集成、幕景法、系统动力学方法、神经网络等理论方法,对高速铁路新建项目的累积、交叉、平行积聚、突变和拉动效应,以及高速铁路建设引发的环境中长期影响的时间、空间、阈值、协同作用机理体系展开了深入阐述,为提升高速铁路环境评价和估价的准确性及科学性提供了科学依据和良好支持。三、有效的估价和规划监测方法是提高高速铁路工程环保经济和社会效益的法宝,本书从

高速铁路全生命周期角度入手,重新定义和界定了全生命建设、运营环境成本概念和内容,运用前沿的显著性成本、BP 人工神经网络、灰色系统、“3S”技术等理论方法,进行高速铁路环境成本估算、环境保护目标规划和监测,为科学进行环境成本控制和环境保护监测提供了有力的方法支持。

本书以实践经验、案例分析为基础、国内外研究为借鉴、科学研究为依托,对高速铁路环境影响评价和估价理论方法应用体系进行了深入阐述和探讨,力图揭示轮轨高速铁路路域区域自然生态自身平衡演变规律,正确认识高速铁路建设运营与自然生态原貌、生态破坏和恢复等之间平衡关系,探索和创新科学、前沿的高速铁路建设运营生态环境影响程度评价理论和方法,对于建设生态环境保护路,保护自然生态的多样性和完整性,建设高效和谐的路域复合生态系统,实现社会—生态—经济大系统的可持续、良性循环、平衡和稳定及环境灾难的事前有效控制具有重要理论研究和现实实践意义。

全书由石家庄铁道大学张小平教授、段晓晨教授立意策划并统撰修正,中国铁路工程总公司党校研究中心王兆雨、中国农业银行股份有限公司赵飞、河北省河间市财政局投资评审中心孙敬、北京鼎嘉造价咨询有限责任公司郭兰英编写第一章、第二章、第八章;石家庄铁道大学四方学院郭玮、中国移动通信集团设计院有限公司河北分公司胡锐编写第三章;石家庄铁道大学宋宁、北京市第三建筑工程有限公司孙东东编写第四章;石家庄铁道大学副教授张新宁、全日制学术型硕士研究生倪艳霞、陈蕾、田贺编写第五章、第六章、第七章。

本书的顺利撰写和出版得益于教育部人文社会科学研究规划基金项目(11YJAZH121)《高速铁路环境影响评价理论与方法研究》、河北省高层次人才资助项目《绿色高速铁路生态环境非线性评价与估价方法研究》、河北省软科学工程建设管理研究基地、河北省教育厅人文社科重点研究基地(工程建设管理)的大力支持和资助,在此谨向有关专家、领导和师生们表示由衷地谢忱和敬意。

本书在撰写过程中,撷取大量相关专家、学者的相关论著文献精华,在此谨向他(她)们表示衷心地感谢,对于相关文献书中详列不当或未及详列之处谨请批评指正和海涵。

由于作者的理论水平和工程实际经验有限,书中难免有不当之处,敬请读者批评指正。

张小平

2014 年 12 月于石家庄铁道大学

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 本书的背景和意义	1
1.2 国内外研究现状及发展动态分析	2
1.3 本书的主要内容	3
第二章 高速铁路路域生态原貌及退化评价方法	6
2.1 高速铁路路域生态本底评价指标体系	6
2.2 高速铁路路域退化生态系统评价指标体系	14
2.3 案例分析	21
2.4 本章小结	42
第三章 高速铁路工程环境累积和拉动效应评价方法	43
3.1 累积影响的幕景分析方法	43
3.2 幕景分析法案例	58
3.3 累积影响的系统动力学 SD 方法	63
3.4 系统动力学 SD 方法案例分析	69
3.5 高速铁路区域生态环境拉动影响评价方法	80
3.6 本章小结	83
第四章 高速铁路工程建设环境影响评价方法	84
4.1 高速铁路建设环境影响评价技术体系	84
4.2 高速铁路建设环境影响评价的指标体系	88
4.3 高速铁路建设环境影响评价方法	96
4.4 案例分析	103
4.5 本章小结	125

第五章 高速铁路工程生态保护规划和监测方法	127
5.1 高速铁路建设环保目标规划及监测指标体系	127
5.2 案例分析	143
5.3 本章小结	160
第六章 高速铁路工程建设环境成本内容和计算方法	162
6.1 绿色高速铁路建设环境成本的计算体系	162
6.2 显著性成本 CS	171
6.3 案例分析	173
6.4 本章小结	181
第七章 高速铁路工程运营环境成本内容及计算方法	182
7.1 全生命运营环境成本组成	182
7.2 全生命运营环境成本估算理论方法	187
7.3 案例分析	187
7.4 本章小结	197
第八章 高速铁路全生命环境成本混沌估价方法	198
8.1 基本理论	198
8.2 案例分析	200
8.3 本章小结	205
参考文献	207

第一章 绪 论

1.1 本书的背景和意义

高速铁路以其运行速度高、运输能力大、安全性能好、舒适程度高、能源消耗低的优势,被誉为绿色工程,越来越受到各国政府青睐。近年来,我国在高速铁路建设领域的发展可谓突飞猛进,高速铁路建设实力足以代表世界一流水平,高速铁路出口已经成为我国对外经济贸易中的重要板块,至今投入运营的新建高速铁路 4 322 km(其中 2 154 km 为时速 350 km),在建高速铁路 1 万余 km(其中 5 435 km 为时速 350 km),规划到 2020 年达到 1.8 万 km,是世界上运营里程最长、在建规模最大的国家。高速铁路如此超常规、大规模集中建设和运营令世人刮目相看,拉动经济效果显著,但是高速铁路建设是一把双刃剑,高速铁路对生态环境的严重破坏却不容忽视,因高速引发的超强噪声、振动等污染对人和动植物健康的严重侵害,特殊加强的数百、数千公里狭长封闭的路域空间,对生态环境深度切割和阻断形成的“廊道和岛屿效应”,引发更强的生态环境影响和破坏,尤其是大量的水泥、钢材、砂石料、火电等需求拉动的“双高”重污染行业的间接环境污染等;据统计,京沪高速铁路建设每天消耗的建设材料,仅钢材、水泥两项,拉动钢材厂每天排放 2 000 t 二氧化碳,水泥厂每天排放 14 000 t 二氧化碳,京沪高速铁路建设工期 3 年半,其拉动的碳排放严重程度可想而知,因此对高速铁路生态环境影响评价和保护研究刻不容缓。

当前,我国高速铁路环保水平仅相当于发达国家 20 世纪 70 年代水平,存在着理念落后、环评准确性差,环保工程和措施远远不能满足生态环境恢复的要求,据统计,我国高速铁路环保投资平均为 5%~6%,而国外高速铁路为 12%~15%,据专家测算,我国“十一五”期间年均生态赤字为 1 万亿元,如此巨大的生态恢复赤字,如此大面积、大规模的集中建设,对于我国已退化或某些地区恶化的生态环境是否能担负起如此大负荷的破坏,值得深入研究和分析。另外,2009 年 12 月哥本哈根召开的被喻为“拯救人类的最后一次机会”的世界气候大会,中国提出的 2020 年碳排放下降 40%~50% 的自主减排目标承诺,也要求必须对高速铁路生

态环境影响进行研究。

1.2 国内外研究现状及发展动态分析

1964年,随着世界第一条日本东京至大阪高速铁路的诞生,世界轮轨高速铁路在历经三次大发展后进入时速350 km建设和运营时代,高速铁路环评和保护工作也在经历近半世纪的经验积累和演化发展之后,虽然各国各有千秋,但共同之处明显。首先,国外不以速度求数量,而以慢速求质量和保护自然生态最大化为基础的绿色建筑思路值得我国借鉴,把环保与可持续发展看得高于一切,以环保、安全、质量、造价、工期重要性排序进行建设项目决策优化,与我国正好相反。其次,环评方法比较科学实效,不仅考虑短期影响程度,而且在国家和区域中长期战略环境评价SEA指导下,重视项目累加影响评价和中长期影响程度评价,制定区域人类利用资源、建设项目规模的阈值(如40%);制定生态环境正常、退化、严重、恶化的指标标准体系,并规定相应生态保护措施和制度,环评方法普遍采用GIS技术和类比法、图形叠置法、清单法、矩阵法、网络法、指数法等综合评价方法。再次,生态环境评价制度体系健全完善,环评程序规范严格,并重在落实。另外,目前世界也刚进入时速350 km轮轨高速铁路发展时代,对于时速350 km以上高速铁路环评方法、标准和评价体系研究基本处于起步探索阶段,而对其系统动力学方法、高速铁路累加和拉动污染及中长期影响评价等理论的研究尚无突破性进展,对其具体技术方法的研究尚十分欠缺,急需进行有关研究。

中国高速铁路自1994年广深准高速铁路探索开始,经历六次大提速,实现目前时速350 km的跨越式发展,与此同时,中国高速铁路环评和保护工作也在借鉴普速铁路和国外高速铁路成功经验的基础上,进入起步、探索和创新发展阶段。国内普速铁路环评从20世纪80年代的郑宝铁路改扩建工程开始,至今已有效地开展了数以千计的铁路建设项目的环评工作。原铁道部于1994年开始先后出台铁路工程环评技术标准和管理办法等一系列规范性文件;在技术方法上逐步形成目前以青藏铁路环评技术为典型,利用基于遥感、地理信息系统技术的叠图法和单多途径因子分析法、模糊评价、层次分析、主因素分析等定量方法评价技术,声环境噪声监测方法也逐步实现智能化、定量化、软件化等。高速铁路虽然具有很大特殊性,但与普速铁路比较具有较大类似性(约40%~50%),因此高速铁路在主体工程环评方法上,基本借鉴普速铁路和国外经验基础上进行类推比较,在高速铁路突出的振动、噪声、电磁辐射等环评上,基本借鉴国外评价方法和标准等。但与发达国家比较,我国高速铁路环保水平仅相当

于其 20 世纪 80 年代水平,主要是我国先污染后治理理念依然占据主导;其次,对生态原貌认知、环评方法及标准的不足和欠缺,导致环评报告分析粗糙,污染源强度和影响程度计算不准,以及造成的感性设计、环保投资估算不准,存在严重漏估、低估或不估现象;另外,由于目前国家地区战略规划中环评大多为宏观指导性意见,缺乏具体标准和条款,因此高速铁路环评只能自我评价,而不能解决开发建设活动中产生的累积影响,尤其是拉动效应和中长期影响评价基本上是空白。总之,目前我国高速铁路环评理论方法体系基本处于起步和探索阶段,有很多问题和理论方法亟待解决、创新。

1.3 本书的主要内容

在可行性研究决策阶段,高速铁路环评是整个高速铁路项目生态环境保护的关键环节,其准确与否直接关系到生态环境保护的成败。高速铁路同其他建设项目一样,对生态环境的影响程度具有短期可测和中长期不可预测性,即在建设过程中可视可见的植被森林破坏、动物通道阻断、水土流失、开挖爆破震动等短期影响可以测定和评价,这也是现行评价方法的重点部分,但对于中长期造成的区域或地区的生态环境失衡状态如生物灭绝、滑坡泥石流、地震、湿地水源枯竭等的破坏影响却具有随机和不可测性,现行评价方法对其评价基本处于空白。本书运用恢复生态学、基础生态学、系统动力学和国际前沿的战略环境评价 SEA、环境影响评价 EIA 理论及方法,结合国内高速铁路生态恢复、评价现状和动态,吸取我国青藏铁路、京沪、京津和国外高速铁路等生态环境评价和保护经验,从以下几个方面展开论述。

1.3.1 高速铁路路域区域生态原貌指标评价理论和方法

高速铁路路域区域生态原貌指标评价是高速铁路环评的基础。高速铁路建设项目具有规模庞大、封闭狭长、点(区域)多线长、建设和运营(80 年以上)时间长、一次性或单件性的特点,高速铁路路域(宽 15~20 m,长数百或数千公里)区域(线路中心两侧 300 m 或更宽,边界是灰色模糊的)生态环境系统具有动态性、不确定性、非平衡性、突变性等典型的复杂系统非线性特点,本书拟在“3S”集成技术调查和实地样地深入调查基础上,获取路域区域不同环境生态原貌信息资料,应用复合生态系统原理、生态学、环境科学、系统科学等理论和方法对原始数据进行分类整理分析,根据所收集数据的性质、质量和数量等,探讨运用主成分、聚类分析、加权复合评价法等非线性统计分析方法,对路域原生态系统、区域生态环境的生

态原貌(本底)和退化程度进行多目标、多属性、多层次复杂系统综合评价分析,建立路域区域生态本底评价指标体系,在国内外同类型正常区域生态指标体系分析比较基础上,确定该路域区域正常生态指标目标体系,以生态适宜度为依据,提出最优的路域区域生态本底目标体系(如为退化或严重退化,应制定生态本底重建目标体系;如为恶化,应提出否定或绕行方案)。

1.3.2 高速铁路路域区域短中长期生态环境影响因素评价理论与方法

本书拟首先通过对高速铁路工程的短期可测数据的检测、统计和分析,在对现行评价方法如单多途径因子分析法、模糊评价、层次分析、主因素分析等不足和缺陷深化研究基础上,探讨运用显著性理论、神经网络、混沌理论等复杂系统理论方法,对高速铁路建设运营主要影响因素如水土流失、噪声、振动、电磁波污染、自然植被及生物多样性损失、动物及其栖息地的破坏、自然景观破坏、地质地貌扰动、地面地下水系破坏等短期可测的主要影响程度进行深入评价分析研究,针对高速铁路特点,深化环评方法标准和规范法规研究,提出修正和创新短期可测影响因素评价方法体系。其次,重点加强和深化对高速铁路生态环境累积、拉动效应及中长期影响评价理论方法研究和创新,新建项目的累积、拉动效应和中长期影响是导致全球气候环境极端变化的罪魁祸首,大量、过量的项目建设和运营(同区域和不同区域项目之间短、中、长期影响的交叉、平行积聚及突变)导致全球各地区、各区域生态环境系统处于退化、严重、恶化的失稳状态(正如多米诺骨牌,每个都处于暂时稳定状态),在这种状态下,只要某区域的一个生态影响因子产生变化,就会引发蝴蝶效应,扣动引爆整个地区甚至全球生态气候环境的多米诺骨牌连锁效应。

本书在对高速铁路路域区域已完、正在、将要和规划的建设项目规模、占用空间、影响程度等统计分析基础上,探讨运用因果关系、矩阵法、“3S”集成、黄金分割、幕景法、系统动力学等理论对区域建设项目规模、自然生态和生态退化等平衡机理规律进行研究,提出区域建设项目规模和生态退化临界阈值,深化高速铁路新建项目区域内累积效应,以及对不同区域项目如所需主要材料生产和生态链、地质板块和气候的连锁拉动效应的时间、空间、阈值、协同等影响评价理论方法研究。然后,通过收集整理大量已完高速铁路工程建设运营后的中长期生态环境恢复程度的实际监测数据,运用神经网络、数据挖掘、数据库知识发现等方法进行数据挖掘分析,提出拟建高速铁路中长期环评新理论、新方法,为填补中长期环评理论和方法空白提供建设性依据。

1.3.3 高速铁路全生命生态环境保护目标规划和监测评价体系

在上述基础上,建立高速铁路路域区域退化生态系统诊断评价指标体系,并与生态本底目标体系进行比较分析,建立合理的高速铁路全生命内短、中、长期路域区域环境保护目标规划和环境影响后评价及动态监测体系,形成高速铁路区域战略环境评价、项目环境影响评价、环境影响后评价等完善的评价和动态监测体系。

1.3.4 高速铁路工程全生命环境成本估算方法

在准确环评基础上,深入研究探讨环保投资显著性造价、神经网络、混沌等非线性估算理论方法体系,为环评、选线、设计方案优化提供决策依据。

第二章 高速铁路路域生态原貌及退化评价方法

2.1 高速铁路路域生态本底评价指标体系

高速铁路路域生态原貌指标评价是高速铁路环评的基础,其生态环境系统具有非线性、动态性、不确定性、非平衡性、突变性等典型的复杂系统特点,本章拟在“3S”集成技术调查和实地样地深入调查基础上,应用复合生态系统原理、生态学、环境科学、系统科学等理论和方法对原始数据进行分类整理分析,探讨运用主成分、聚类分析、加权复合评价法等非线性统计分析方法,对区域生态环境的生态原貌(本底)和退化程度进行多目标、多属性、多层次复杂系统综合评价分析。

2.1.1 路域区域生态系统的定义

当高速铁路建成以后,随着绿化和生态恢复为主的环保工程的实施,出现了一个新的生态系统,其范围是道路用地地界之内,宽约 15~20 m,长数百或数千公里的地带,具有边界模糊性、局部突变性和广域过渡性。生态系统的组成包括乔木、灌木以及草本等绿色植物,鸟类、鱼类以及爬行类等动物,微生物及无机环境。

按照环境影响评价分类法一级标准,可将路域区域生态系统分为:工程设计外侧轨道中心线两侧用地界外各 300~500 m 以内区域;施工便道中心线两侧用地界外各 100 m 以内区域;取土场、弃土(砒)场及临时用地界外 100 m 以内的区域;过水桥涵一侧 300 m 以内(沟)段,通航河流一侧 1 km 河段。

按照微环境分类法,可将路域区域生态系统分为:

(1)核心区域:铁路用地界以内的带状区域,包括铁路路基边坡防护带、路基外围的小灌木、乔木绿化带、桥梁部水域范围的影响区等。这一系统的成分、结构、演替等比周围自然生态群落要单纯,比农田等人工生态环境又要复杂,其代表性的特点是外来种属的引进,乔、灌、草、动物等生物多样性的变化。

(2)线路辐射区:包括生态辐射区、噪声辐射区、振动辐射区以及部分电磁辐射区的交并集合,这些不仅有共同的部分,同时也包含了不同影响的延伸区。生态辐射区的面积相对较大,包括路域范围的生态建设以及为保护线路而进行的生

态防护工程。铁路工程沿线辐射区往往形成廊道效应和新的生态演替阶段。

2.1.2 高速铁路路域生态本底评价指标体系制定原则

生态评价所面对的是一个复杂的多属性、多目标和多层次的综合系统,其指标体系的建立属于多属性评判问题,因而必须建立多目标的评价体系。根据高速铁路沿线的社会、经济及生态状况,提出高速铁路路域生态本底评价指标体系建立应遵循的原则。

(1)指标的完整性

生态环境系统是一个社会—经济—生态大系统,反映其生态类型的特性也应该从这三方面入手,使评价指标体系能在生产、生活、社会进步与环境保护方面反映大系统的完整性。

(2)时空变化的差异性

由于生态评价是针对不同类型所进行的,特别是要揭示不同类型之间的差异,并因此提出不同的生态恢复方案。因此,生态评价的指标也要反映时空变化的差异性,同时各指标还要有相对的独立性和稳定性。据此,本书对诸多因子进行选择时,对变化不明显、独立性和稳定性较差的因子进行剔除。

(3)指标的合理性

评价指标的选择要达到可测度、可操作、可比较、可推广的要求,在较长时间和较大范围内适用。

2.1.3 高速铁路路域生态本底评价指标的筛选

2.1.3.1 原始指标和变量的收集

以高速铁路路域生态本底评价指标体系建立的目的为基础,对国内外同类研究的成果进行调研,参考相关指标体系,根据指标选择的原则,有选择性的收集了39个原始指标和变量,建立汇总统计表,见表2—1。

表 2—1 原始指标汇总

生态要素	指 标	单 位
气候气象要素	年 均 温	℃
	一月均温	℃
	七月均温	℃
	极端最低温	℃
	年降水量	mm
	极端最高温	℃
	≥10℃的活动积温	℃
	年均日照	h
	无 霜 期	d

续上表

生态要素	指 标	单 位
地形地貌要素	海拔高度	m
	坡 向	
	坡 度	°
水文地质要素	年径流量	m ³ /a
	基岩种类	
	侵蚀模数	t/(km ² ·a)
土壤要素	土层厚度	cm
	石砾含量	%
	土壤质地	
	腐殖层厚度	cm
	有 机 质	g/kg
	全 氮	g/kg
	全 磷	g/kg
	全 钾	g/kg
植被要素	pH 值	
	林木郁闭度	%
	乔木层高	m
	胸 径	cm
	灌木高度	m
	冠 幅	m×m
	覆 盖 度	%
	生 长 势	
社会经济要素	制约因子	
	人 口	人
	人口自然增长率	‰
	人均耕地	hm ²
	常年作物产量	kg/hm ²
	人均国内生产总值	元
	区域城镇化水平	
	可持续发展程度与条件	

2.1.3.2 原始指标和变量的筛选

根据生态评价的理论,对原始指标进行初步筛选,筛选的具体原则和依据包括以下几方面。

- (1)指标功能明确:涉及生态本底评价的某一方面内容。
- (2)指标定义准确:指标内涵准确,不会因为人为原因发生误解。
- (3)数据可得性较好:数据能够获得,并且可操作性强。
- (4)指标具有可比性:指标被广泛认可或者应用,获得的数据具有一定的可比性。
- (5)指标不重复性:指标含义相近者取其中之一。

根据以上 5 条原则,对指标是否符合要求进行汇总,其结果见表 2—2。

表 2—2 原始指标筛选

指 标	单位	数据可得性较好	功能明确	定义准确	具可比性	不重复性
年 均 温	℃	√	×	√	√	√
一月均温	℃	√	×	√	×	√
七月均温	℃	√	×	√	×	√
极端最低温	℃	√	×	√	√	√
极端最高温	℃	√	×	√	√	√
≥10℃活动积温	℃	√	×	√	√	×
年均日照	h	√	×	√	√	√
无 霜 期	d	√	×	√	√	√
年降水量	mm	√	×	√	×	√
年径流量	m ³ /a	√	×	√	√	√
侵蚀模数	t/(km ² ·a)	√	×	√	√	√
基岩种类		√	×	√	√	√
海拔高度	m	√	√	√	×	√
坡 度	°	√	√	√	√	√
坡 向		√	×	√	×	√
土层厚度	cm	√	√	√	√	√
石砾含量	%	√	√	√	√	√
土壤质地	√	√	×	√	√	
腐殖层厚度	cm	√	×	√	×	√
有 机 质	g/kg	√	√	√	√	√
全 氮	g/kg	√	√	√	√	√
全 磷	g/kg	√	√	√	√	√
全 钾	g/kg	√	√	√	√	√
pH 值		√	√	√	√	√
林木郁闭度	%	×	√	√	√	×
乔木层高	m	√	×	√	√	√
胸 径	cm	√	×	√	√	√
灌木高度	m	√	×	√	√	√

续上表

指 标	单位	数据可得性较好	功能明确	定义准确	具可比性	不重复性
冠 幅	m×m	√	×	√	√	√
覆 盖 度	%	×	×	√	√	√
生 长 势		√	√	√	√	√
制约因子		√	√	√	√	√
人 口	人	√	√	√	×	√
人口自然增长率	‰	√	√	√	×	√
人均耕地	hm ²	√	×	√	√	√
常年作物产量	kg/hm ²	√	×	√	√	√
人均国内生产总值	元	√	×	√	×	√
区域城镇化水平		√	×	√	×	√
可持续发展程度、条件		×	√	×	√	√

根据筛选结果,请专家、政府相关部门人员、社会团体对筛选后的指标进一步的讨论和筛选,使之更符合指标选取的原则,最终确定本套指标体系的指标数为10个:坡度、土层厚度、石砾含量、有机质、全氮、全磷、全钾、pH值、生长势、制约因子。最终的10个指标基本符合功能明确、适合研究对象的特点、数据可得性较好、涵义广泛、条款精简的原则。

2.1.4 高速铁路路域生态本底的分类及评价

为了对生态原貌类型进行科学合理的评价,拟采用定性与定量相结合、定量为主的分析方法对生态类型进行归并。对表2—2中的10个生态指标进行评价等级划分,并给出相应的评价分值,详细结果见表2—3。

表 2—3 生态本底评价等级

生态类型	坡度 (°)	土层厚度 (cm)	石砾含量 (%)	有机质 (g·kg ⁻¹)	全氮 (g·kg ⁻¹)	全磷 (g·kg ⁻¹)	全钾 (g·kg ⁻¹)	pH 值	生长势 (分值)	制约因子 (分值)
5	≤3	>100	<10	>40	>2.0	>2.2	>30	6.5~7.2	8~10	无
4	4~8	60~99	0	30~40	1.5~2.0	1.4~2.2	25~30	6.0~6.5 7.2~7.5	6~8	较轻
3	9~15	30~59	10~30	20~30	1.0~1.5	1.0~1.4	20~25	5.5~6.0 7.5~7.8	4~6	中等